

**PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS SISA BIOGAS  
KOTORAN SAPI TERHADAP PERBAIKAN  
BEBERAPA SIFAT FISIK ULTISOL DAN  
HASIL KEDELAI (*Glycine max (L.) Merrill*)**

**(INFLUENCE OF BIOGASS COMPOST FROM  
COW MANURE APPLICATION ON IMPROVEMENT  
SOME PHYSICAL PROPERTIES OF ULTISOL  
AND SOY BEAN YIELD)**

**Refliaty<sup>1</sup>, Gindo Tampubolon<sup>1</sup>, dan Hendriansyah<sup>2</sup>**

**ABSTRACT**

The objectives of research were to study influence of biogas compost from cow manure for improvement some physical properties of Ultisol and Soy bean yield. The research was conducted from January 2011 until April 2011. Design of experiment was randomized completely block design with 6 treatment (dosage of biogas compost from cow manure) and 4 replication. The treatment were SB<sub>0</sub> : without treatment, SB<sub>1</sub> = 5 ton ha<sup>-1</sup>, SB<sub>2</sub> = 10 tone ha<sup>-1</sup>, SB<sub>3</sub> = 15 tone ha<sup>-1</sup>, SB<sub>4</sub> = 20 tone ha<sup>-1</sup>, SB<sub>5</sub> = 25 tone ha<sup>-1</sup>. Data was analyzed by varians analysis and Duncan New Multiple Range Test on  $\alpha = 0,05$ . The results of research was show that biogas compost from cow manure was not affect significantly on soil organic matter, porosity total, and penetration, but it was affect significantly on soil water content increasing. Dosage 20 tone ha<sup>-1</sup> of Biogas compost from cow manure can increase soy bean yield until 1,083 tone ha<sup>-1</sup> and the best dosage for Ultisol.

---

**Key words :** *biogas, compost, soil physical properties, Ultisol*

**PENDAHULUAN**

Lahan kering Ultisol di Indonesia mempunyai sebaran yang cukup luas yaitu diperkirakan 51 juta ha atau sekitar 29,7% dari luas daratan Indonesia. Dimana 48,3 juta ha atau 95% di antaranya berada di luar pulau Jawa (Drissen dan Soeprtohardjo, 1974 *diacu dalam* Munir, 1996). Di Provinsi Jambi yang sebagian besar wilayahnya didominasi oleh tanah

Podsolik Merah Kuning (Ultisol) luasnya sekitar 2.726.633 ha atau 53,46% dari luas wilayah Jambi (Dinas Pertanian Tanaman Pangan, 2008).

Ditinjau dari segi luasnya, Ultisol mempunyai potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan dalam penanaman tanaman pangan, akan tetapi dalam pengelolaannya Ultisol menghadapi berbagai kendala

1 Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jambi

**J. Hidrolitan. Vol. 2 : 3 : 103-114, 2011**  
**ISSN 2086-4825**

yaitu sifat fisik yang jelek dan sangat peka terhadap erosi. Dari sifat fisiknya, tanah ini mempunyai struktur tanah gumpal, tekstur liat, konsistensi teguh, permeabilitas rendah, solum agak tebal, berwarna merah hingga kuning, batas horison nyata, agregat berselaput liat dan kurang mantap. Tanah ini mudah memadat dan mempunyai porositas tanah rendah sehingga infiltrasi dan perkolasi rendah, akibatnya aliran permukaan dan erosi lebih besar (Sanches, 1976).

Perbaikan sifat fisika tanah mutlak diperlukan agar dapat mempertahankan kondisi tanah yang baik, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah yang bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah secara simultan. Sutedjo dan Kartasapoetra (1991) *diacu dalam* Munir (1996) pengaruh pemberian bahan organik ke dalam tanah sebagai berikut, yaitu : struktur tanah menjadi lebih baik, aerasi tanah menjadi lebih baik, mempunyai efek pengikat yang baik atas partikel-partikel tanah, serta kapasitas menahan air meningkat.

Pupuk organik atau pupuk alam adalah pupuk yang dihasilkan dari sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia seperti pupuk hijau, kompos,

pupuk kandang, dan hasil sekresi hewan dan manusia (Soedyanto *et al.*, 1984). Pupuk organik mengandung berbagai macam nutrisi yang dapat digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk organik merupakan pupuk yang mudah diperoleh dan murah untuk meningkatkan kualitas tanah. Keuntungan dalam menggunakan pupuk organik yaitu dapat memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap tanah terhadap air, menaikkan kondisi kehidupan di dalam tanah, dan mengandung nutrisi bagi tanaman. Hal tersebut menyebabkan peningkatan penggunaan pupuk organik (Rinsema 1993).

Menurut (Mowidu, 2001) pemberian 20-30 ton/ha bahan organik berpengaruh nyata dalam meningkatkan porositas total, jumlah pori berguna, jumlah pori penyimpan lengas dan kemantapan agregat serta menurunkan kerapatan zarah, kerapatan bongkah dan permeabilitas.

Kompos kotoran ternak merupakan kunci keberhasilan bagi petani lahan kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kompos dengan dosis 9,5 ton/ha, mampu meningkatkan hasil biji kacang tanah 38,72 % dengan hasil

2,13 ton/ha, dan efek residunya untuk musim tanam berikutnya, mampu memberikan hasil lebih tinggi yaitu sebesar 2,6 ton/ha (Suntoro, 2001). Peneliti yang lain melaporkan penambahan dengan dosis 30 ton/ha mampu memberikan hasil padi gogo 5,93 ton/ha (Mertikawati, Suyono, dan Djakasutami. 1999). Untuk tanaman kedelai dilaporkan penggunaan pupuk kandang sapi 20 ton/ha mampu memberikan hasil biji 1,21 ton/ha (Wiskandar, 2002).

Selain mudah didapat kotoran sapi juga relatif lebih murah apabila dibandingkan dengan harga pupuk an-organik yang beredar di pasaran. Hal ini mendorong para petani yang biasa menggunakan pupuk buatan beralih menggunakan pupuk organik.

## **BAHAN DAN METODA**

**J. Hidrolitan. Vol. 2 : 3 : 1-7, 2011** Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Mendalo Darat, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muara Jambi selama 4 bulan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompos sisa dari biogas kotoran sapi, benih kedelai varietas Anjasmoro, EM-4, gula, dan decis. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK),

dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 petak percobaan. Ukuran petak percobaan 3 x 2 m. Jarak tanam 20 x 40 cm sehingga terdapat 75 tanaman/petak. Jumlah tanaman dalam petak ubinan 15 tanaman dan juga sebagai tanaman sampel. Jarak antar petak perlakuan 0,5 m dan jarak antar kelompok 1 m. perlakuan kompos sisa biogas kotoran sapi sebagai berikut :

SB<sub>0</sub> = Tanpa pupuk kompos

SB<sub>1</sub> = 5 ton per hektar

SB<sub>2</sub> = 10 ton per hektar

SB<sub>3</sub> = 15 ton per hektar

SB<sub>4</sub> = 20 ton perhektar

SB<sub>5</sub> = 25 ton per hektar

Parameter tanah yang diamati adalah bahan organik (BO), rasio C/N, bobot isi (BI), total ruang pori (TRP), ketahanan penetrasi (KP), kadar air (KA) dan hasil kedelai.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kandungan Bahan Organik (BO), C/N, Bobot Isi, Total Ruang Pori**

Hasil analisis ragam terhadap bahan organik (BO), C/N, bobot isi, total ruang pori (TRP), akibat pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi tidak berpengaruh nyata untuk semua perlakuan, seperti terlihat pada Tabel 1.



Tabel 1. Kandungan bahan organik, rasio C/N, bobot isi dan total ruang pori akibat pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi

Perlakuan	BO (%)	Rasio C/N	BI (g/cm <sup>3</sup> )	TRP (%)
SB0	2,67 a	13,00 a	1,25 a	51,58 a
SB1	2,39 a	13,25 a	1,24 a	51,83 a
SB2	2,39 a	12,50 a	1,21 a	53,12 a
SB3	2,53 a	12,50 a	1,20 a	53,43 a
SB4	2,63 a	12,25 a	1,18 a	54,42 a
SB5	2,53 a	13,50 a	1,14 a	55,78 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf  $\alpha$  5%

Bahan organik di samping berpengaruh terhadap pasokan hara tanah juga tidak kalah pentingnya terhadap sifat fisik. Syarat tanah sebagai media tumbuh dibutuhkan kondisi fisik, kimia dan biologi yang baik. Keadaan fisik tanah yang baik apabila dapat menjamin pertumbuhan akar tanaman dan mampu sebagai tempat aerasi dan lengas tanah, yang semuanya berkaitan dengan peran bahan organik. Peran bahan organik yang penting terhadap sifat fisik tanah meliputi : berat volume, porositas, daya mengikat air, dan ketahanan penetrasi. Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian kompos sisa biogas berbeda tidak nyata terhadap peningkatan kandungan bahan organik (BO) bahkan terjadi penurunan dibandingkan dengan tanpa pemberian kompos. Hal ini berarti bahwa dalam kurun waktu  $\pm$  3 bulan setelah pemberian kompos sisa biogas yang

memiliki C-organik rata-rata 15 % tidak memberikan efek sisa terhadap kandungan C-organik tanah. Bahan sisa biogas yang mengandung C-organik rata-rata 15 % dan memiliki nilai C/N 18 yang tergolong sedang. Diperkirakan selama proses pengomposan dalam kurun waktu 3 bulan, C-organik telah membentuk senyawa akhir berupa asam humat dan fulfat. Senyawa humat adalah hasil akhir dekomposisi yang digolongkan menjadi asam humat, asam fulfat dan humin (Tan, 1991). Penelitian ini tidak dilakukan analisis asam humat, fulfat dan humin. Namun secara teoritis meningkat dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah. Menurut Syukur dan Indah (2006) keberadaan asam humat dan asam fulvat dalam tanah sangat dipengaruhi oleh macam dan takaran pupuk organik. Pemberian pupuk kandang sapi lebih meningkatkan kandungan asam humat

dan fulvat tanah dibandingkan dengan kompos limbah tanaman obat. Peningkatan asam humat dan fulvat ini sejalan dengan peningkatan takaran pupuk organik. Pemberian pupuk organik 40 ton/ha memberikan nilai kandungan asam humat dan fulvat yang lebih tinggi dari pada 0 ton/ha, 10 ton/ha dan 20 ton/ha. Pupuk organik dengan takaran 40 ton/ha memiliki C-organik yang tertinggi, dan setelah mengalami dekomposisi, sebagian karbon yang dihasilkan pada awalnya masuk ke dalam jaringan mikrobial tanah untuk pembentukan jaringan dan penyusunan sel, selanjutnya menjadi bagian yang labil, akhirnya mentransformasikan ke bentuk senyawa humus (asam humat dan asam fulvat) yang stabil.

Rasio C/N merupakan salah satu ukuran yang mengindikasikan tingkat dekomposisi bahan organik. Bahan-bahan yang mempunyai C/N mendekati C/N tanah, dapat langsung digunakan sebagai pupuk, tetapi bila C/N nya tinggi harus didekomposisikan dulu sehingga melapuk dengan C/N rendah yakni 10-12 (Rinsema, 1993). Dapat dilihat pada Tabel 2 hasil uji statistik terhadap rasio C/N tanah, tidak

menunjukkan perbedaan yang nyata. Nilai rasio C/N tanah pada penelitian ini berkisar antara 12,25 hingga 13,50. Diperkirakan bahwa bahan sisa biogas telah terdekomposisi secara sempurna. Sehingga setelah proses dekomposisi sisa biogas nilai rasio C/N kompos telah mendekati rasio C/N tanah. Sehingga pemberian kompos sisa biogas ke dalam sampai dengan dosis 25 ton/ha tidak berpengaruh terhadap rasio C/N pada penelitian ini.

Umumnya pemberian bahan organik ke dalam tanah akan menurunkan bobot isi dan meningkatkan Total Ruang Pori. Karena pengaruh langsung pemberian kompos dalam menurunkan bobot isi dan TRP berkaitan erat dengan nilai bobot isi bahan organik yang jauh lebih kecil dari fraksi mineral tanah. Namun dalam kurun waktu  $\pm 3$  bulan setelah pemberian kompos sisa biogas, analisis tanah menunjukkan bahwa kandungan C-organik tanah tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan. Hal ini membuktikan bahwa rata-rata bahan organik tanah di akhir penelitian relatif sama pada berbagai perlakuan, sehingga komposisi bahan organik dan

mineral tanah relatif sama pada semua petakan.

Lebih lanjut, bahwa tidak berbeda nyata kandungan bahan organik ini juga mempengaruhi nilai bobot isi dan total ruang pori (TRP) yang juga tidak berbeda nyata. Sebagaimana dikemukakan (Sarief, 1998) bahwa bobot volume tanah merupakan perbandingan antara massa padatan tanah dengan volume tanah, sedangkan TRP atau porositas tanah merupakan bagian volume tanah yang di tempati oleh udara atau air yang sangat dipengaruhi oleh bahan organik tanah. Semakin besar massa padatan suatu jenis tanah, semakin besar pula nilai BV, serta semakin rendah nilai TRP tanah tersebut. Semakin tinggi bahan organik tanah maka nilai bobot isi menjadi rendah dan TRP menjadi tinggi.

Pemberian bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan aktifitas mikroorganisme tanah sebagai pengurai bahan organik yang akan membentuk struktur yang remah dan membuat pori-pori di dalam tanah lebih banyak dan gembur sehingga bobot isi menjadi rendah, sebagaimana diketahui bahwa total ruang pori (TRP) tanah berbanding terbalik

dengan bobot isi. Semakin tinggi total ruang pori tanah (TRP) maka bobot isi semakin rendah (Goeswono Soepardi, 1983). Namun pada penelitian ini sumber bahan organik yang diberikan ke dalam tanah sudah terdekomposisi secara sempurna, sehingga aktifitas mikroorganisme di dalam tanah menjadi menurun.

### **Kandungan air tanah dan Ketahanan Penetrasi**

Pengaruh pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi terhadap kadar air tanah dan ketahanan penetrasi disajikan pada Tabel 2, dan analisa statistiknya pada Lampiran 9 dan 10. Pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi kedalam tanah tidak berpengaruh terhadap ketahanan penetrasi (KP), namun memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air (KA) tanah. Lebih jelas bahwa pemberian kompos sisa biogas tidak berpengaruh nyata dalam menurunkan ketahanan penetrasi, tetapi berpengaruh nyata dalam meningkatkan kadar air tanah.

Hasil analisis ragam (lampiran 15) dan rata-rata nilai ketahanan penetrasi yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian

kompos sisa biogas kotoran sapi tidak berbeda nyata terhadap perubahan ketahanan penetrasi. Tidak berbeda nyatanya terhadap ketahanan penetrasi ini diduga karena kandungan bahan organik, bobot isi dan total ruang pori pada penelitian ini juga tidak berbeda nyata. Cassel (1982) mengungkapkan bahwa ketahanan penetrasi dipengaruhi oleh mineralogi liat dan sifat-sifat fisik tanah antara lain bobot isi, tekstur, struktur, kelembaban tanah dan kandungan bahan organik tanah. Faktor waktu juga sangat memengaruhi terhadap perbaikan sifat fisik tanah, selama kurun waktu 13 minggu kompos sisa biogas kotoran sapi tidak dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Pengaruh biogas kotoran sapi terhadap ketahanan penetrasi tanah digambarkan dalam Gambar 1.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air pada penelitian ini menunjukkan

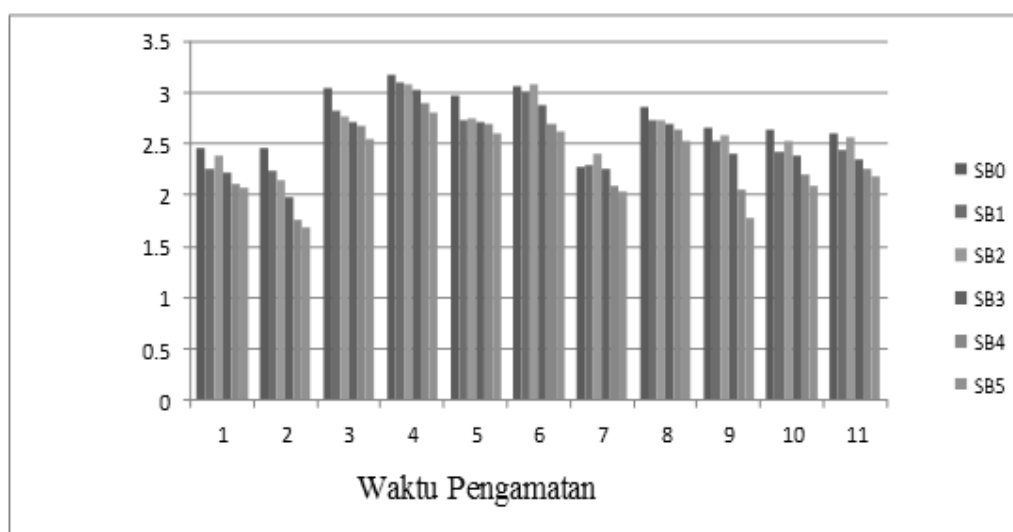
hasil yang berbeda nyata. Hal ini dikarenakan kompos sisa biogas kotoran sapi merupakan bahan organik. Menurut Stevenson (1982) bahan organik yang telah mengalami pelapukan mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk menghisap dan memegang air karena bahan organik bersifat hidrofilik. Tingginya nilai kadar air pada perlakuan 25 ton/ha diduga, juga dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman kedelai yang sangat baik (dapat dilihat pada lampiran 17) pertumbuhan merata dan rimbun, sehingga membuat kondisi tanah menjadi lembab karena sinar matahari terhalang oleh tajuk tanaman kedelai sehingga membuat kondisi tanah di bawah tanaman kedelai lembab. Pengaruh biogas kotoran sapi selama masa penelitian terhadap kandungan air tanah digambarkan dalam Gambar 2.

Tabel 2. Nilai Ketahanan Penetrasi (KP) dan Kadar Air (KA).

Perlakuan	KP (KgF/cm <sup>2</sup> )	KA (%)
SB0	2,595 a	20,107 c
SB1	2,438 a	20,635 bc
SB2	2,568 a	21,136 bc
SB3	2,340 a	21,412 b
SB4	2,253 a	21,489 ab
SB5	2,178 a	23,611 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf  $\alpha$  5%

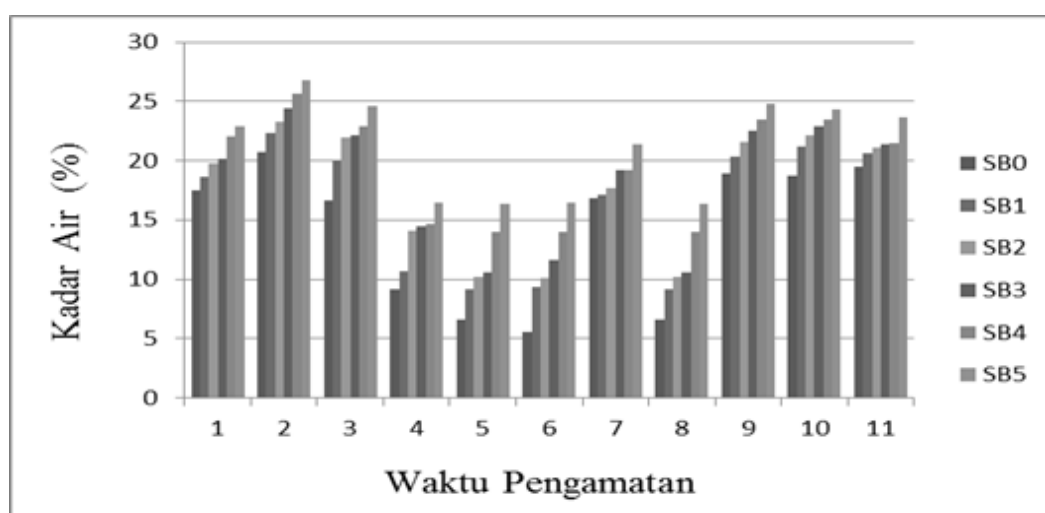




Gambar1. Grafik Ketahanan penetrasi selama penelitian

Gambar 1 menunjukkan terjadinya penurunan nilai ketahanan penetrasi tanah akibat pemberian kompos sisa biogas. Namun seiring berjalannya waktu, terjadi peningkatan nilai ketahanan penetrasi. Terlihat meskipun kadar air (lihat gambar 2) pada minggu ke-11 lebih tinggi dari pada minggu pertama setelah tanam, tetapi nilai ketahanan penetrasi pada minggu ke-11 bahkan meningkat dibandingkan dengan minggu pertama. Hal ini disebabkan tanah pada minggu pertama masih gembur karena diolah menggunakan cangkul, sedangkan pada minggu ke-11 tanah menjadi lebih keras karena seiring berjalannya waktu terjadi tumbukan pada tanah baik tumbukan dari air hujan maupun tumbukan dari air yang disiram pada

saat tidak terjadi hujan, sehingga tanah menjadi padat. Menurut Rachman *et al* (2003) bobot isi akan mengalami perubahan menurut waktu setelah dilaksanakan pengolahan tanah (0-10 cm) mungkin akan meningkat segera setelah diolah disebabkan oleh proses pemadatan selama periode jenuh air atau oleh energi kinetik yang berhubungan dengan hempasan air hujan. Bobot isi pada kedalaman tersebut mungkin akan menurun disebabkan oleh penggemburan oleh akar tanaman dan aktivitas mikroba tanah. Sebaliknya, pada sebagian besar permukaan tanah, bobot isi menjadi gembur akibat pengolahan tanah. Namun, bisa memadat karena dispersi, penyumbatan pori, dan pemadatan permukaan (*crusting*).



Gambar 2. Grafik Kadar Air selama penelitian

### Hasil Tanaman Kedelai

Hasil analisis ragam produksi kedelai (biji) akibat pemberian kompos sisa biogas menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil rata-rata produksi kedelai sesuai perlakuan disajikan pada Tabel 3. Hasil biji kedelai akibat pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi berbeda nyata terhadap masing-masing perlakuan, (Tabel 3). Hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan 20 ton ha<sup>-1</sup> yang berbeda dengan perlakuan lainnya. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang cukup baik dan didukung oleh faktor lingkungan yang sesuai maka memudahkan perakaran tanaman dalam menyerap hara sehingga

pertumbuhan dan hasil tanaman menjadi lebih baik.

Tabel 3 terlihat pemberian kompos kotoran sapi mulai dari dosis 15 ton/ ha sudah mampu meningkatkan hasil panen secara nyata sebesar 86,77 % dibandingkan dengan tanpa pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi dan semakin meningkat bila diikuti dengan meningkatnya dosis pemberian kompos sisa biogas.

Produksi tertinggi pada pemberian kompos sisa biogas 20 ton/ha, sedangkan pemberian biogas 25 ton/ha justru menurunkan hasil dan tidak berbeda dengan dosis 15 ton/ha. Hal ini dikarenakan kandungan bahan organik, bobot isi dan total ruang pori tidak berbeda sehingga pengaruhnya juga sama. Perbedaan hasil ini lebih

diakibatkan oleh kadar air dan ketahanan penetrasi yang juga berbeda, dimana air yang cukup dan area jelajah akar yang luas akan memudahkan akar tanaman menyerap unsur hara yang diberikan oleh kompos sisa biogas. Walaupun pemberian kompos sisa biogas 20 ton/ha memberikan hasil tertinggi namun belum sesuai dengan deskripsi dari kedelai varietas Anjasromo yakni 2,250 ton/ha. Hal ini di karenakan sifat fisik tanah belum dapat diperbaiki pada penelitian ini, jadi masih perlu terobosan teknologi untuk meningkatkan hasil kedelai. Untuk tanaman Kedelai dilaporkan penggunaan pupuk kandang sapi 20

ton/ha mampu memberikan hasil biji 1,21 ton/ha (Wiskandar, 2002).

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa hasil kedelai tidak berbeda nyata antara perlakuan SB5 (25 ton/ha) dengan SB3 (15 ton/ha). Walaupun secara statistik kandungan bahan organik tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan. Namun selisih kandungan bahan organik pada kedua perlakuan ini sangat kecil sekali yaitu 0,004 %, sehingga pada kedua perlakuan ini terdapat kondisi lingkungan yang relatif sama pula. Hal ini ditambah dengan kondisi fisik tanah pada masing-masing perlakuan juga relatif sama.

Tabel 3. Rata-rata hasil kedelai (biji) akibat pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi

Perlakuan	Hasil Tanaman Kedelai	
	g/petak	Ton/ha
SB0	249,94 c	0,416
SB1	280,40 c	0,467
SB2	382,80 bc	0,638
SB3	466,82 b	0,778
SB4	650,27 a	1,083
SB5	486,73 ab	0,811

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf  $\alpha$  5% menurut uji DNMRT.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan :

1. Penggunaan kompos sisa biogas kotoran sapi tidak berpengaruh terhadap kandungan bahan organik, bobot isi, total ruang pori tanah, dan ketahanan penetrasi namun berpengaruh terhadap peningkatan kadar air.
2. Pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi sebanyak 20 ton ha<sup>-1</sup> pada Ultisol dapat meningkatkan hasil Kedelai hingga 1,083 ton ha<sup>-1</sup>.
3. Pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi sebanyak 20 ton ha<sup>-1</sup> merupakan takaran yang paling baik digunakan untuk meningkatkan hasil kedelai pada Ultisol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cassel, D. K. 1982. Tillage effects on soil bulk density and mechanical Impedance. P 534-572. In Predicting tillage effects on soil Physical properties and processes. ASA special publication No 44.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan. 2008. Laporan Tahunan Dinas
- Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Jambi. Jambi.
- Goeswono S. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Mertikawati, I., A.D. Suyono, dan S. Djakasutami. Pengaruh Berbagai Pupuk Organik Terhadap Beberapa Sifat Fisika dan Kimia Vertisol dan Ultisol serta Hasil Padi Gogo. Konggres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Mowidu, 1.2001. Peranan Bahan Organik dan Lempung Terhadap Agregasi dan Mada. Yogyakarta.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Indonesia. Karakteristik, klasifikasi dan pemanfaatannya. Pustaka Jaya. Jakarta.
- Rachman, A., Anderson, C.J. Gantzer, and A.L. Thomson. 2003. Influence of long Term cropping system on soil physical properties related to soil erodibility. Soil. Soc Am. J. 67 : 637-644.
- Rinsema, W. T. 1993. Pupuk dan cara pemupukan. Terjemahan dari. Bernesting en mestoffen, oleh Saleh, H. M. Penerbit bharatara, Jakarta : vii +235 hlm
- Sanches, P.A. 1976. Properties and management of soil in the tropics. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Soedyanto, R.R.M., Sianipar, A., Susani & Hardjanto. 1984.

- Bercocok tanam//. CV.  
Yasaguna, Jakarta: 188 hlm.
- Stevenson, F.T. (1982) Humus Chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Syukur, A dan Nur Indah M. 2006.  
Kajian Pengaruh Pemberian  
Macam Pupuk Organik terhadap  
Pertumbuhan dan Hasil  
Tanaman Jahe di Inceptisol,  
Karanganyar. Jurnal Ilmu Tanah  
dan Lingkungan Vol 6 (2) 2006.  
p:124-131
- Tan, K. H. 1991. Dasar-dasar kimia tanah. Terjemahan dari Principles of soil chemistry oleh Didiek Hadjar Goenadi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wiskandar, 2002. Pemanfaatan pupuk kandang untuk memperbaiki sifat fisik tanah di lahan kritis yang telah diteras. Konggres Nasional VII.